

ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОСЕВОВ МЯГКОЙ И ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Г. В. Овсянникова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-6667-2032;

А. С. Попов, доктор сельскохозяйственных наук, popowaleksey@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

А. А. Сухарев, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

И. К. Копман, агроном лаборатории технологии возделывания зерновых культур;

Ю. В. Манукян, техник-исследователь лаборатории биохимической, технологической и агрохимической оценки, ORCID ID: 0009-0006-7698-7376

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Исследования проводили в южной зоне Ростовской области в ФГБНУ «АНЦ» Донской в 2019–2022 годах. Цель исследований – определение влагообеспеченности посевов мягкой и твердой озимой пшеницы по различным предшественникам. Выяснено, что при проведении исследований осадки выпадали по сезонам неравномерно. Количество полезных осадков в течение вегетации озимой пшеницы (среднее за три года) составляло 319,80 мм. Установлено, что по предшественнику черный пар суммарный расход влаги как по годам (278,90–445,00 мм), так и в среднем за три года (381,40 мм) превышал количество выпавших полезных осадков. Озимая пшеница расходовала на формирование урожайности зерна, кроме осадков, также накопленную по этому предшественнику продуктивную влагу из почвы. Обнаружено, что по непаровым предшественникам при отсутствии запасов продуктивной влаги в почве формирование урожайности протекало в основном за счет выпавших осадков. При посеве озимой пшеницы суммарный расход влаги (среднее за 2019–2022 гг.) составил после гороха 322,00 мм, подсолнечника – 315,50 мм. Определено, что наибольшая урожайность зерна сортов Зодиак (7,90 т/га) и Янтарина (6,28 т/га) была получена по предшественнику черный пар, при этом они расходовали наименьшее количество влаги на единицу урожая – 487,10 и 649,70 м³/т соответственно. По предшественнику подсолнечник урожайность зерна у сортов была наименьшей, а суммарный расход влаги на тонну зерна был наибольший – 5,60 т/га и 599,20 м³ соответственно (сорт Зодиак); 4,02 т/га и 869,70 м³ соответственно (сорт Янтарина). Предшественник горох занимал промежуточное положение между предшественниками черный пар и подсолнечник как по уровню урожайности, так и по суммарному расходованию влаги на тонну зерна – 6,36 т/га и 528,60 м³ соответственно (сорт Зодиак) и 4,92 т/га 823,60 м³ соответственно (сорт Янтарина).

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, предшественник, продуктивная влага, урожайность, расход влаги.

Для цитирования: Овсянникова Г. В., Попов А. С., Сухарев А. А., Копман И. К., Манукян Ю. В. Влагообеспеченность посевов мягкой и твердой озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 3. С. 93–98. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-93-98.



MOISTURE SUPPLY OF THE SOWN WINTER COMMON AND DURUM WHEAT

G. V. Ovsyannikova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-6667-2032;

A. S. Popov, Doctor of Agricultural Sciences, popowaleksey@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;

A. A. Sukharev, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crops, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;

I. K. Kopman, agronomist of the laboratory for cultivation technology of grain crops;

Yu. V. Manukyan, technician-researcher of the laboratory for biochemical, technological and agrochemical estimation, ORCID ID: 0009-0006-7698-7376

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current study was carried out in the southern part of the Rostov region in the FSBSI "ARC "Donskoy" in 2019–2022. The purpose of the study was to determine the moisture content of the winter common and durum wheat sown after various forecrops. There has been found that during the study, precipitation fell unevenly over the seasons. The amount of useful precipitation during the vegetation period of winter wheat (mean for three years) was 319.80 mm. There has been established that when sown in weedfree fallow, the total moisture consumption both over the years (278.90–445.00 mm) and on average over three years (381.40 mm) exceeded the amount of useful precipitation. On the formation of grain yield winter wheat has spent, in addition to precipitation, the productive moisture accumulated from the soil. There has been found that when sown after non-fallow forecrops, in the absence of reserves of productive moisture in the soil, the productivity formation proceeded mainly due to precipitation. When sowing winter wheat, the total moisture consumption (mean in 2019–2022) was 322.00 mm after peas and 315.50 mm after sunflower. There has been determined that the highest grain yield of the varieties 'Zodiak' (7.90 t/ha) and 'Yan-

tarina' (6.28 t/ha) was obtained when sown in weedfree fallow, while they spent the least amount of moisture per yield unit, being 487.10 and 649, 70 m³/t respectively. When sown after sunflower, grain yield of the varieties was the lowest, and the total moisture consumption per ton of grain was the highest, being 5.60 t/ha and 599.20 m³ (the variety 'Zodiak'); 4.02 t/ha and 869.70 m³ (the variety 'Yantarina'). The forecrop 'peas' occupied an intermediate position between weedfree fallow and sunflower both in terms of productivity and total moisture consumption per ton of grain, being 6.36 t/ha and 528.60 m³ (the variety 'Zodiak') and 4.92 t/ha 823, 60 m³ (the variety 'Yantarina').

Keywords: winter wheat, variety, forecrop, productive moisture, productivity, moisture consumption.

Введение. Ареал распространения пшеницы в мире очень обширен, и в большинстве регионов выращивания ее посевные площади среди озимых культур занимают лидирующее место. Размещение озимой пшеницы в севообороте является одним из агроприемов совершенствования технологии ее возделывания в различных регионах (Малкандуев и др., 2022; Tillmann et al., 2017; González-García et al., 2021; Woźniak, 2019).

Урожайность возделываемых сортов формируется под влиянием многих факторов, и немаловажным среди них является предшественник, который во многом определяет агрохимические и водно-физические свойства почвы для последующей сельскохозяйственной культуры. Для многих зон возделывания лимитирующим фактором продуктивности растений является почвенная влага. Эффективность агроприемов и продуктивность культур во многом зависят от условий влагообеспеченности почвы (Турусов и др., 2021; Сабитов, 2021; Zhao et al. 2020; Lehmann et al. 2020). Благоприятные запасы продуктивной влаги (140–160 мм) в метровом слое почвы на момент вегетации растений озимой пшеницы способствуют получению высоких урожаев качественного зерна озимой пшеницы.

Цель исследований – определить влагообеспеченность посевов мягкой и твердой озимой пшеницы по различным предшественникам.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований были два сорта озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» – Зодиак (мягкая) и Янтарина (твердая), внесенные в Госреестр по РФ в 2022 и 2020 гг. соответственно. Сорта высевались после предшественников – черный пар, горох и подсолнечник.

Посев проводили 20 сентября сеялкой СС-11 «Альфа» с нормой высева 5 млн всхожих семян на 1 га. При созревании зерна озимой пшеницы применяли прямую уборку комбайном «Сампо-2010». Урожай приводили к 100 %-й чистоте и 14 %-й влажности зерна.

Все мероприятия по обработке почвы и уходные мероприятия за посевами соответствовали общепринятым («Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы»). Содержание продуктивной влаги определяли по ГОСТу 28268-89. При расчете расхода влаги на единицу урожая зерна озимой пшеницы использовали рекомендации Л.П. Бельтюкова (2007). Полезные осадки – количество осадков за минусом на сток и испарение. В нашей зоне на сток и испарение взято 25 %, то есть полезные осадки составляли 75 %.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый, обладающий значительной порозностью, аэрацией, газообменом, водопроницаемостью и влагоемкостью.

Метеорологические условия наблюдения (метеостанция «Зерноград») показали, что среднесуточная температура воздуха за 2020–2022 с.-х. годы была в интервале 11,5–12,0 °С, что выше на 1,9–2,4 °С от среднемноголетней (9,6 °С). Количество выпавших осадков за сельскохозяйственные годы составило: 2019–2020 гг. – 463,70 мм; 2020–2021 гг. – 569,20 мм и 2022 г. – 530,30 мм. В течение вегетации озимой пшеницы отмечалось неравномерное выпадение осадков. Возврат холодов и заморозки в марте и апреле в 2020 с.-х. году оказал негативное влияние на рост, развитие и величину урожая озимой пшеницы. Уровень урожайности озимой пшеницы по годам определялся разными факторами, и в первую очередь влагообеспеченностью.

Результаты и их обсуждение. В регионах, для которых характерно неустойчивое увлажнение, стабильный рост урожайности полевых культур зависит от обеспеченности влагой. Выпадающие осадки пополняют запасы продуктивной влаги в почве и используются растениями в процессе своей жизнедеятельности. За годы проведения исследований только в 2020/2021 с.-х. году сумма осадков была выше среднемноголетней на 22,70 мм (табл. 1).

Таблица 1. Динамика осадков за сельскохозяйственные годы и в отдельные периоды (2019–2022 гг.)

Сельскохозяйственный год	Осадки, мм					
	всего за с.-х. год	+/- к норме за год	сентябрь–октябрь	ноябрь–март	апрель–июнь	сентябрь–июнь
2019–2020	463,70	–82,80	67,40	154,00	136,90	358,30
2020–2021	569,20	22,70	19,10	209,80	264,60	493,50
2021–2022	530,30	–16,20	32,40	307,90	8,00	427,30
Среднее, 2019–2022 гг.	521,10	–25,40	39,60	223,90	162,80	426,40
Средне многолетнее (1931–2022 гг.)	546,50	–	76,80	214,80	155,40	447,00

В 2021/2022 с.-х. году общая сумма осадков составила 530,30 мм, а наиболее засушливым был 2019/2020 с.-х. год при недоборе осадков – 82,80 мм. В зоне проведения исследований накопление влаги в почве начинается в октябре и продолжается до весны. За все годы исследований в период посев – всходы (сентябрь–октябрь) количество выпавших осадков – 39,60 мм (среднее за три года) – было вдвое меньше среднемноголетнего (76,80 мм).

В 2020/2021 с.-х. году с ноября по март выпало 209,80 мм осадков, что практически на уровне среднемноголетних, а в 2019/2020 с.-х. году они составили 154,00 мм, или 72% от нормы. В среднем за 2019–2022 с.-х. годы за этот период осадки (223,90 мм) были на уровне среднемноголетних – 214,80 мм. С апреля по июнь в 2020/2021 с.-х. году выпало наибольшее за годы исследований количество осадков – 264,60 мм, а в целом с сентября по июнь (вегетация озимой пшеницы) – 493,50 мм, что на 46,50 мм больше среднемноголетних (447,00 мм). Количество осадков (136,40 мм) с апреля по июнь в 2019/2020 с.-х. году было немного меньше среднемноголетних (155,40 мм),

а в 2021/2022 с.-х. году они составили всего 8,00 мм, или 5 % от среднемноголетних. Однако в 2021/2022 с.-х. году сумма осадков (307,00 мм) с ноября по март обеспечила высокую влагообеспеченность посевов для формирования наибольшей урожайности зерна изучаемых сортов за годы исследований.

Урожайность озимой пшеницы во многом зависит от влагообеспеченности посевов на протяжении всего периода вегетации культуры. Выбор предшествующей культуры предопределяет накопление и сохранение продуктивной влаги перед посевом озимой пшеницы. Содержание продуктивной влаги должно составлять не менее 8,00–10,00 мм на каждый 10-сантиметровый слой почвы. В зоне проведения опытов даже по предшественнику черный пар в годы с недобором осадков (по сравнению с многолетними) наблюдается недостаточная, и даже низкая, влагообеспеченность почвы. Такая картина была характерна для осени 2019 года. По предшественнику черный пар перед посевом озимой пшеницы содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см составляло всего 34,20 мм (табл. 2).

Таблица 2. Обеспеченность влагой посевов озимой пшеницы (2019–2022 гг.)
Table 2. Moisture supply of winter wheat (2019–2022)

Сельскохозяйственный год	Продуктивная влага в слое почвы 0–100 см, мм		Полезные осадки за вегетацию (75 %), мм	Суммарный расход влаги, мм
	к севу	к уборке		
Предшественник – черный пар				
2019–2020	34,20	24,00	268,70	278,90
2020–2021	102,80	27,90	370,10	445,00
2021–2022	117,80	17,90	320,50	420,40
Среднее, 2019–2022	84,90	23,30	319,80	381,40
Предшественник – горох				
2019–2020	0,00	0,00	268,70	268,70
2020–2021	12,80	20,90	370,10	362,00
2021–2022	22,00	13,10	320,50	329,40
Среднее, 2019–2022	11,60	11,30	319,80	320,00
Предшественник – подсолнечник				
2019–2020	0,00	0,00	268,70	268,70
2020–2021	0,00	13,10	370,10	357,00
2021–2022	7,10	6,70	320,50	320,90
Среднее, 2019–2022	2,40	6,60	319,80	315,50

В 2020/2021 и 2021/2022 с.-х. годы перед посевом озимой пшеницы запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составляли 102,80 и 117,80 мм соответственно. В среднем за три года (2020–2022 гг.) содержание продуктивной влаги (84,90 мм) было достаточное для получения своевременных всходов озимой пшеницы.

По непаровым предшественникам (горох и подсолнечник) при сильном иссушении почвы продуктивная влага практически отсутствовала во все годы проведения исследований. В среднем ее содержание по этим предшественникам составляло 11,60 и 2,40 мм соответственно. Всходы озимой пшеницы были получены поздно осенью, после выпавших осадков, или даже ранней весной.

В процессе формирования урожая озимая пшеница интенсивно потребляет влагу, и к фазе полной спелости ее запасы в почве снижаются. При малой обеспеченности осадками продуктивная влага в почве может быть на уровне физиологического завядания культуры. Содержание продуктивной влаги в метровом слое (среднее за три года) составляло по предшественникам: черный пар – 23,30 мм, горох – 11,30 мм и подсолнечник – 6,60 мм, что свидетельствует о сильном иссушении почвы.

Количество полезных осадков в среднем за годы исследований было 319,80 мм. По предшественнику черный пар суммарный расход влаги озимой пшеницей как по годам (278,90–445,00 мм), так и в среднем за три года (381,40 мм) превышал количество выпавших

полезных осадков. На формирование урожайности разного уровня озимая пшеница расходовала накопленную по предшественнику черный пар продуктивную влагу из почвы. По непаровым предшественникам при отсутствии запасов продуктивной влаги в почве формирование урожайности протекало в основном за счет выпавших осадков. Суммарный расход влаги по предшественникам горох и подсолнечник в среднем за три года был на уровне 322,70 и 315,50 мм соответственно.

При формировании по годам разного уровня урожайности озимая пшеница расходовала и разное количество влаги на единицу урожайности изучаемых сортов по предшественникам. Так, сорт мягкой озимой пшеницы Зодиак, посеянный после черного пара, расходовал наибольшее количество влаги (567,60 м³/т) в 2020/2021 с.-х. году при урожайности 7,84 т/га (табл. 3).

Таблица 3. Потребление влаги озимой пшеницей (2019–2022 гг.)
Table 3. Winter wheat moisture consumption (2019–2022)

Сельскохозяйственный год	Зодиак		Янтарина	
	урожайность, т/га	суммарный расход влаги, м ³ /т	урожайность, т/га	суммарный расход влаги, м ³ /т
Предшественник – черный пар				
2019–2020	6,06	460,30	3,70	753,90
2020–2021	7,84	567,60	6,09	730,70
2021–2022	9,70	433,40	9,05	464,50
Среднее, 2019–2022	7,90	487,10	6,28	649,70
Предшественник – горох				
2019–2020	4,15	647,50	1,98	1357,20
2020–2021	6,79	533,20	5,45	664,30
2021–2022	8,13	405,10	7,33	449,40
Среднее, 2019–2022	6,36	528,60	4,92	823,60
Предшественник – подсолнечник				
2019–2020	3,43	783,50	2,29	1173,50
2020–2021	6,68	534,50	4,12	866,60
2021–2022	6,69	479,60	5,64	568,90
Среднее, 2019–2022	5,60	599,20	4,02	869,70

Наименьшая урожайность при наибольшем суммарном расходе влаги на тонну зерна у данного сорта наблюдалась в 2019/2020 с.-х. году по предшественникам: горох – 4,15 т/га и 647,50 м³, подсолнечник – 3,43 т/га и 783,50 м³. Наибольший уровень урожайности у сорта Зодиак отмечен в 2021/2022 с.-х. году по всем предшественникам: черный пар – 9,70 т/га, горох – 8,13 т/га и подсолнечник – 6,69 т/га. При этом сорт наиболее экономно использовал влагу, и ее суммарный расход на тонну зерна составил по предшественникам 433,30, 405,00 и 479,60 м³ соответственно. В среднем за годы исследований сорт мягкой озимой пшеницы Зодиак формировал по предшественнику черный пар наибольшую урожайность (7,90 т/га) и расходовал наименьшее количество влаги на тонну зерна (487,10 м³). По предшественнику подсолнечник урожайность зерна сорта была наименьшей – 5,60 т/га, а суммарный расход влаги на тонну зерна был наибольший – 599,20 м³. Предшественник горох занимал промежуточное положение между предшественниками черный пар и подсолнечник как по уровню урожайности – 6,36 т/га, так и по суммарному расходованию влаги – 528,60 м³ на тонну зерна.

Сорт твердой озимой пшеницы Янтарина по всем предшественникам расходовал больше влаги на формирование единицы урожая, чем сорт мягкой озимой пшеницы Зодиак, од-

нако урожайность его была меньше. По предшественнику черный пар в 2019/2020 с.-х. году урожайность у сорта Янтарина была низкой – 3,70 т/га, а суммарный расход влаги на тонну зерна составил 753,90 м³, что на 293,60 м³ больше, чем у сорта Зодиак. Наименьшая урожайность у сорта Янтарина была получена в 2019/2020 с.-х. году по непаровым предшественникам горох и подсолнечник – 1,98 и 2,29 т/га соответственно. Это связано как с влагообеспеченностью посевов, так и с возвратом заморозков в марте и апреле. На этих вариантах опыта на тонну зерна суммарный расход влаги был очень велик – 1357,10 и 1173,50 м³. Но в целом, исключая эти варианты, для сорта твердой озимой пшеницы Янтарина тенденция формирования урожайности зерна и расходования влаги на нее была аналогичной сорту мягкой озимой пшеницы Зодиак. Наибольшую урожайность сорт Янтарина формировал в 2021/2022 с.-х. году по всем изучаемым предшественникам: черный пар – 9,05 т/га, горох – 7,33 т/га и подсолнечник – 5,64 т/га, а расход влаги на тонну зерна был при этом наименьший – 464,40, 449,40 и 568,90 м³ соответственно.

Сорт Янтарина, как и сорт Зодиак, в среднем за три года формировал наибольшую урожайность – 6,28 т/га по предшественнику черный пар, расходуя при этом 649,70 м³ влаги на тонну зерна. По предшественнику подсолнечник

урожайность зерна у сорта Янтарина была наименьшей – 4,02 т/га, а суммарный расход влаги на тонну зерна был наибольший 869,70 м³. После гороха у данного сорта эти показатели занимали промежуточное положение между предшественниками черный пар и подсолнечник как по урожайности – 4,92 т/га, так и по расходу влаги на единицу урожая – 823,60 м³/т.

Выводы. В зоне проведения исследований в течение вегетации озимой пшеницы осадки выпадали неравномерно. Полезные осадки в среднем за годы исследований составляли 319,80 мм.

По предшественнику черный пар озимая пшеница в процессе роста и развития расходовала влагу как из почвы, так и осадков.

Формирование урожайности зерна озимой пшеницей по предшественникам горох и подсолнечник при отсутствии запасов продук-

тивной влаги в почве протекало в основном за счет выпавших осадков.

Таким образом, лучшие условия влагообеспеченности посевов озимой пшеницы складывались по предшественнику черный пар. Мягкой озимой пшенице требовалось меньшее количество влаги на формирование единицы урожая зерна, чем твердой озимой пшенице.

У сорта твердой озимой пшеницы Янтарина суммарный расход влаги на тонну зерна составил от 649,70 до 869,70 м³ при уровне урожайности от 4,02 т/га (подсолнечник) до 6,28 т/га (черный пар).

Сорт мягкой озимой пшеницы Зодиак в отличие от сорта Янтарина расходовал меньше влаги на единицу урожая – 487,10–599,20 м³/т, а урожайность формировал выше – от 5,60 т/га (подсолнечник) до 7,90 т/га (черный пар).

Библиографические ссылки

1. Бельтюков Л. П. Сорт, технология, урожай. Ростов н/Д.: ООО «Терра Принт», 2007. 160 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп., стереотип. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Малкандуев Х. А., Шамурзаев Р. И., Малкандуева А. Х. Формирование урожая и качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и условий возделывания // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 3 (107). С. 40–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50.
4. Сабитов М. М. Влияние предшественников на продуктивность озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Земледелие. 2021. № 5. С. 3–7. DOI:10.24412/0044-3913- 2021-5-3-7.
5. Турусов В. И., Богатых О. А., Дронова Н. В., Балюнова Е. А., Сальников Р. В. Изменение водно-физических свойств почвы и урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественников // Земледелие. 2021. № 2. С. 10–13. DOI: 10.24411/0044-3913- 2021-10202.
6. González-García S., Almeida F., Moreira M. T., Brandão M. Evaluating the environmental profiles of winter wheat rotation systems under different management strategies // Science of The Total Environment. 2021. Vol. 770, Article number: 145270. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145270>.
7. Lehmann J., Kretschmer M., Schauburger B., Wechsung F. Potential for early forecast of Moroccan wheat yields based on climatic drivers // Geophysical Research Letters. 2020. Vol. 47, Iss. 12. Article number: e2020GL087516. DOI:10.1029/2020GL087516
8. Tillmann M., Tiedemann von A., Winter M. Crop rotation effects on incidence and diversity of Fusarium species colonizing stem bases and grains of winter wheat // Plant Dis Prot. 2017. Vol. 124, P. 121–130. DOI:10.1007/s41348-016-0064-6.
9. Woźniak A. Effect of Crop Rotation and Cereal Monoculture on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain and on Crop Infestation with Weeds and Soil Properties // International Journal of Plant Production. 2019. Vol. 13. P. 177–182. DOI:10.1007/s42106-019-00044-w.
10. Zhao W., Liu L., Shen Q., Yang, J., Han, X., Tian, F., Wu J. Effects of Water Stress on Photosynthesis, Yield, and Water Use Efficiency in Winter Wheat // Water. 2020. Vol. 12, Article number: 2127. DOI:10.3390/w12082127.

References

1. Bel'tyukov L. P. Sort, tekhnologiya, urozhai [Variety, technology, harvest]. Rostov n/D.: ООО «Терра Принт», 2007. 160 s.
2. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5-e izd., pererab. i dop., stereotip. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Malkanduev Kh. A., Shamurzaev R. I., Malkandueva A. Kh. Formirovanie urozhaya i kachestva zerna sortov ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov i uslovii vozdel'yvaniya [Formation of yield and grain quality of winter wheat varieties depending on forecrops and cultivation conditions] // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2022. № 3(107). S. 40–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50.
4. Sabitov M. M. Vliyaniye predshestvennikov na produktivnost' ozimoi pshenitsy v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Influence of forecrops on winter wheat productivity in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region] // Zemledelie. 2021. № 5. S. 3–7. DOI: 10.24412/0044-3913- 2021-5-3-7.
5. Turusov V. I., Bogatykh O. A., Dronova N. V., Balyunova E. A., Sal'nikov R. V. Izmeneniye vodnofizicheskikh svoystv pochvy i urozhainosti ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov [Changes in the water-physical properties of the soil and winter wheat productivity, depending on the forecrops] // Zemledelie. 2021. № 2. S. 10–13. DOI: 10.24411/0044-3913- 2021-10202.

6. González-García S., Almeida F., Moreira M. T., Brandão M. Evaluating the environmental profiles of winter wheat rotation systems under different management strategies // *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 770, Article number: 145270. DOI:10.1016/j.scitotenv.2021.145270.
7. Lehmann J., Kretschmer M., Schauburger B., Wechsung F. Potential for early forecast of Moroccan wheat yields based on climatic drivers // *Geophysical Research Letters*. 2020. Vol. 47, Iss. 12. Article number: e2020GL087516. DOI:10.1029/2020GL087516.
8. Tillmann M., Tiedemann von A., Winter M. Crop rotation effects on incidence and diversity of *Fusarium* species colonizing stem bases and grains of winter wheat // *Plant Dis Prot.* 2017. Vol. 124, P. 121–130. DOI:10.1007/s41348-016-0064-6.
9. Woźniak, A. Effect of Crop Rotation and Cereal Monoculture on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain and on Crop Infestation with Weeds and Soil Properties // *International Journal of Plant Production*. 2019. Vol. 13, P. 177–182. DOI:10.1007/s42106-019-00044-w.
10. Zhao W., Liu L.; Shen Q., Yang, J., Han, X., Tian, F., Wu J. Effects of Water Stress on Photosynthesis, Yield, and Water Use Efficiency in Winter Wheat // *Water*. 2020. Vol. 12, Article number: 2127. DOI:10.3390/w12082127.

Поступила: 01.06.23; доработана после рецензирования: 16.06.23; принята к публикации: 16.06.23.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Овсянникова Г. В. – анализ данных и их интерпретация, анализ литературных источников, финальная доработка текста; Сухарев А. А. – выполнение полевых опытов, анализ литературных источников, финальное оформление статьи; Попов А. С. – концептуализация исследований, критический анализ текста; Копман И. К. – выполнение полевых опытов, сбор данных; Манукян Ю. В. – выполнение лабораторных анализов, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.